

ANALISIS EFISIENSI ENERGI LISTRIK PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS DI UNIT UTILITAS PT PUPUK ISKANDAR MUDA

Alif Aulia¹, Subhan², Nazaruddin³

^{1,2,3}Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi
Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email: superlif57@gmail.com, subhan@pnl.ac.id, nazar_aw@yahoo.com

Abstrak –Berdasarkan analisis data pada penelitian efisiensi energi listrik pada pembangkit listrik tenaga gas di unit utilitas PT. Pupuk Iskandar Muda didapatkan daya sebesar 6111,4 KW. Jika dibandingkan dengan daya yang dibangkitkan oleh sisi pembangkit untuk unit utilitas yaitu 7728,5 KW . Di PT. Pupuk Iskandar Muda, efisiensi penggunaan energi listrik pada proses produksi pupuk adalah 79,07 %. Efisiensi ini dapat ditingkatkan dengan memperhatikan beban kerja motor agar motor berfungsi secara maksimal. Unit Utilitas 440 V memiliki efisiensi tertinggi, dengan nilai efisiensi penggunaan energi listrik sebesar 80,01%. Unit Utilitas 2300 V memiliki efisiensi terendah, dengan nilai efisiensi penggunaan energi listrik sebesar 78,69%. Peningkatan kapasitas produksi dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik. Diperkirakan dengan mengganti motor, efisiensi dapat ditingkatkan hingga sekitar 80-85% untuk penggunaan energi yang lebih efisien.

Kata-kata kunci: *efisiensi, energi listrik, pembangkit listrik tenaga gas, utilitas*

I. PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu kebutuhan mendasar manusia. Pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan penduduk di suatu negara yang terus meningkat berbanding lurus dengan pertumbuhan kebutuhan energi yang dibutuhkan oleh masyarakat dalam kehidupan berbangsa dan bernegara. Indonesia merupakan pengguna energi terbesar di Asia Tenggara, yaitu lebih dari 36% penggunaan energi primer Asia Tenggara. Antara tahun 2000 dan 2015, produk domestik bruto (PDB) Indonesia bertambah dua kali lipat dan kebutuhan listrik meningkat 150% [1].

Berdasarkan data dari Outlook Energi Indonesia (2022), Dalam buku Statistik Indonesia tahun 2022 yang dikeluarkan BPS, pertumbuhan ekonomi Indonesia pada tahun 2020 yaitu sebesar -2,07% dan pada tahun 2021 sebesar 3,7% atau menurun dari tahun sebelumnya sebesar 5% pada tahun 2019 yang disebabkan oleh pandemi Covid-19. Sementara untuk pertumbuhan ekonomi tahun 2022 mengacu pada Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2021 tentang Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN) Tahun Anggaran 2022 sehingga pertumbuhan ekonomi Indonesia pada tahun 2022 diperkirakan mencapai 5,2% sedangkan untuk tahun 2023 target pertumbuhan ekonomi ditetapkan pada kisaran 5,3 – 5,9%. Skenario BaU mengacu pada kondisi saat ini dan proyeksi ke depan diasumsikan berdasarkan data histori beberapa tahun terakhir, seperti penambahan jumlah jargas, kompor listrik, kendaraan listrik, dan lain-lain. Untuk pembangunan pembangkit listrik mengacu pada RUPTL 2021-2030 dengan asumsi penyelesaian proyek mundur 2 tahun. Pada tahun 2021, total produksi energi primer yang terdiri dari minyak bumi, gas bumi, batubara, dan energi terbarukan

mencapai 481 juta TOE. Sebesar 58,2% atau 280 juta TOE dari total produksi tersebut di ekspor terutama batubara dan LNG. Namun, Indonesia juga melakukan impor energi terutama minyak mentah dan produk BBM sebesar 49 juta TOE, serta sejumlah kecil batubara kalori tinggi yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan sektor industri baja dan industri lainnya, tak terkecuali industri pupuk.

Dalam proses produksi urea, beberapa tahapan proses memerlukan masukan energi. Semakin modern alatnya, semakin tinggi kebutuhan energinya. Demikian pula permintaan ini meningkat seiring dengan peningkatan produksi pupuk berbahan dasar urea. Analisis energi adalah cara untuk menentukan kebijakan perencanaan manajemen energi untuk mencapai optimalisasi energi. Dalam analisis energi ini, nilai energi yang digunakan pada setiap langkah dari keseluruhan sistem dihitung untuk mendapatkan gambaran konsumsi energi per kilogram *output*.

Selain itu, terdapat unit pendukung di pabrik pupuk yaitu utilitas. Untuk PT. Pupuk Iskandar Muda terdapat 2 unit utilitas yakni Utilitas I untuk PIM 1 dan Utilitas 2 untuk PIM 2. Kedua unit tersebut tentunya mengkonsumsi energi listrik yang besar. Diperlukan suatu cara dan metode untuk bisa menghemat konsumsi energi listrik tersebut.

Menggunakan konsumsi daya yang tinggi secara otomatis menghasilkan biaya pengoperasian yang tinggi. Jika biaya operasi yang tinggi dari pasokan tenaga listrik tidak diimbangi dengan peningkatan *output* dan kapasitas pembangkit, maka kerugian yang besar akan terjadi. Oleh karena itu, upaya harus dilakukan untuk menentukan penyebab konsumsi daya yang tinggi pada pabrik pupuk. Dampak konsumsi daya yang lebih tinggi dari nominal dapat mengindikasikan

pemborosan energi atau penggunaan beban yang berat, tetapi juga perlu mempertimbangkan beban yang ada, selain itu, konsumsi daya yang tinggi dapat menyebabkan biaya operasi yang tinggi jika banyak penyumbang energi listrik didukung oleh generator bertenaga gas. Oleh karena itu konsumsi energi listrik harus disesuaikan dengan listrik yang dihasilkan oleh generator.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pembangkit listrik tenaga gas adalah pembangkit yang memanfaatkan gas (campuran udara dan bahan bakar) hasil dari pembakaran bahan bakar minyak (BBM) atau bahan bakar gas (BBG) untuk memutar turbin yang telah dikopel dengan generator sehingga akan dihasilkan energi listrik. Sistem PLTG adalah udara atmosfer masuk ke dalam kompresor, udara akan di kompresi sehingga tekanan dan temperatur udara akan naik, udara yang bertekanan dan bertemperatur tinggi ini akan mengalir menuju ruang bakar. Di dalam ruang bakar akan disemprotkan bahan bakar sehingga akan terjadi pembakaran. Setelah itu, gas pembakaran yang bertemperatur tinggi akan mengalir menuju turbin gas dan akan memutar roda turbin yang satu poros dengan poros kompresor dan generator. Setelah memutar turbin gas, gas akan di buang ke udara atmosfer. Generator yang dikopel dengan turbin akan ikut berputar, setelah dialirkan arus eksitasi maka pada generator akan terbentuk gaya gerak listrik (ggl) [2].

Energi listrik merupakan kebutuhan pokok yang sangat penting bagi kehidupan manusia, dimana semua aktifitas manusia berhubungan dengan energi listrik. Sering dengan dengan pertumbuhan ekonomi dan tingkat populasi penduduk Indonesia yang semakin tinggi maka permintaan akan tenaga listrik semakin meningkat. Listrik sebagai sumber kehidupan masyarakat selain berfungsi sebagai penerangan, juga berfungsi sebagai energi dalam mengembangkan segala usaha dan aktifitas sehari-hari. Kebutuhan akan tenaga listrik dari pelanggan selalu bertambah dari waktu ke waktu. Untuk tetap dapat melayani kebutuhan listrik dari para konsumen, maka sistem pelayanan tenaga listrik haruslah dikembangkan seiring dengan kenaikan kebutuhan akan tenaga listrik. Saat ini semakin disadari bahwa pelayanan dan kepuasan konsumen merupakan aspek vital dalam rangka bertahan dalam bisnis. Meskipun demikian, tidaklah mudah untuk mewujudkan kepuasan konsumen secara menyeluruh. Konsumen yang dihadapi memiliki ekspektasi yang berbeda-beda [3].

Untuk keperluan penyediaan tenaga listrik bagi para pelanggan, diperlukan berbagai peralatan listrik. Berbagai peralatan listrik ini dihubungkan satusama lain yang mempunyai interrelasi dan secara keseluruhan membentuk suatu sistem tenaga listrik. Adapun dimaksud dengan sistem tenaga listrik adalah sekumpulan pusat listrik dan gardu induk (pusat beban) yang satu sama lain dihubungkan oleh jaringan transmisi sehingga merupakan satu kesatuan

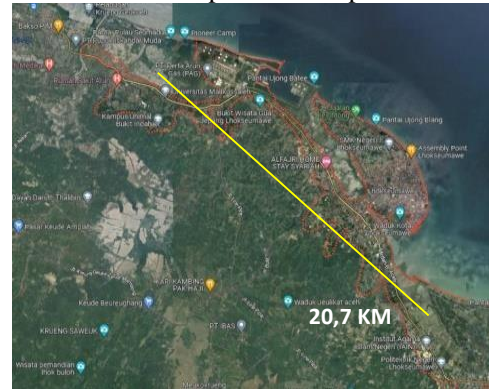
interkoneksi. Kebutuhan akan tenaga listrik dari pelanggan selalu bertambah dari waktu ke waktu [4].

Generator adalah suatu alat yang dapat mengubah tenaga mekanik menjadi energi listrik. Tenaga mekanik bisa berasal dari panas, air, uap, dll. Energi listrik yang dihasilkan oleh generator bisa berupa Listrik AC (listrik bolak-balik) maupun DC (listrik searah). Hal tersebut tergantung dari konstruksi generator yang dipakai oleh pembangkit tenaga listrik. Generator berhubungan erat dengan hukum faraday. Berikut hasil dari hukumfaraday “ bahwa apabila sepotong kawat penghantar listrik berada dalam medan magnet berubah-ubah, maka dalam kawat tersebut akan terbentuk Gaya Gerak Listrik” [5].

III. METODOLOGI

A. Tempat Penelitian

Tempat penelitian akan dilakukan di PT. Pupuk Iskandar Muda Kecamatan Dewantara, Kabupaten Aceh Utaraan Aceh. Berikut merupakan lokasi penelitian:



Gbr .1 Satelit Objek Penelitian [1]

B. Tahapan Penelitian

Adapun tahap-tahap penelitian yang dilakukan peneliti untuk enghitung efisiensi energi di Unit Utilitas PT. Pupuk Iskandar Muda adalah sebagai berikut:

Data dikumpulkan dari PT. Pupuk Iskandar Muda yang selanjutnya akan diolah untuk menghitung efisiensi pembangkit listrik tenaga gas di unit utilitas. Selain itu, Untuk memenuhi kebutuhan listrik, pabrik PT. Pupuk Iskandar Muda mensuplai listrik dan beberapa generator sebagai sumber tenaga pembangkit listrik yang dapat diklasifikasikan sebagai berikut (PT. Pukuk Iskandar Muda):

TABEL I
Spesifikasi Generator PT. Pupuk Iskandar Muda.

No.	Generator	Spesifikasi	
		Daya (MW)	Tegangan (KV)
1	Main Generator -2 (63-eg-7001)	20	13,8
2	Main Generator – 1 (53-GI-7001)	15	13,8
3	Standby Generator (53-GI-7002)	1,5	2,4
4	Emergency Generator (53-GH-7001)	0,35	480
5	Uninterrupted Power Supply (UPS)	0,35	480

Data yang diperoleh dari pengukuran tegangan dan arus pada motor induksi tiga fasa yang ada di PT. Pupuk Iskandar Muda dan dihitung efisiensi tiap motor induksi tiga fasa untuk mengetahui efisiensi penggunaan energi di unit utilitas PT. Pupuk Iskandar Muda.

Perhitungan energi listrik peralatan dilakukan dengan memperhitungkan faktor efisiensi dan faktor tenaga peralatan motor itu sendiri. Nilai efisiensi diperoleh dari analisa perbandingan antara daya keluaran dengan daya masukan. Rugi – rugi pada motor seperti rugi – rugi tembaga, rugi – rugi inti, rugi – rugi mekanik tidak diperhitungkan mengingat tidak memngkinkannya dilakukan pengukuran rugi – rugi setiap motor.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Efisiensi Energi Listrik

Efisiensi konsumsi energi adalah pemeriksaan rutin untuk mengetahui adanya atau tidaknya penyimpangan dalam aktivitas penggunaan energi. Energi dapat dihemat dengan menggunakan secara efektif ataudengan menurunkan konsumsi dan aktivitas penggunaan energi. Penghematan energi merupakan strategi yang paling hemat biaya dalam mengatasi kekurangan energi dibandingkan dengan meningkatkan pasokan energi [6]. Energi listrik pada pengolahan pupuk diperoleh dari penggunaan daya listrik pada setiap peralatan produksi. Faktor efisiensi dan faktor daya motor digunakan untuk menghitung energi listrik untuk peralatan. Nilai efisiensi dihitung dengan menganalisis perbandingan antara daya keluaran dan daya masukan. Kerugian pada motorseperti kerugian tembaga, kerugian inti, dan kerugian mekanik tidak dihitung karena tidak mungkin mengukur kerugian untuk setiap motor.

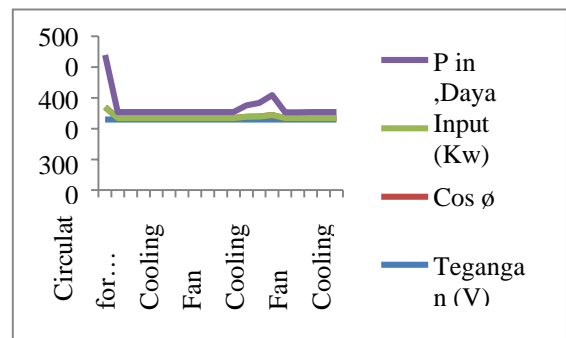
Pemanfaatan dan penggunaan energi semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan perkembangan industri. Ekspansi industri saat ini memiliki dampak signifikan pada utilitas energi listrik dan gas [7]. Unit Utilitas terdiri dari mesin yang saling terhubung. Data pengamatan Unit Utilitas 2300 V yang diambil pada tanggal 16 Januari 2023 di PT. Pupuk Iskandar Muda dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL II
Data hasil pengamatan Unit Utilitas 2300 Volt

Nama Alat	Tegangan (V)	Arus (A)	Cos ϕ	Data Input (KW)
Circulat for Utility	2300	400	0,86	1700
Cooling Fan	2300	45	0,85	190
Cooling Fan	2300	45	0,85	190
Cooling Fan	2300	45	0,85	190
Cooling Fan	2300	45	0,85	190
Cooling Fan	2300	45	0,85	190
Cooling Fan	2300	45	0,85	190
Cooling Fan	2300	45	0,85	190
Cooling Fan	2300	45	0,85	190

Nama Alat	Tegangan (V)	Arus (A)	Cos ϕ	Data Input (KW)
Cooling Fan	2300	45	0,85	190
Cooling Fan	2300	45	0,85	190
Cooling Fan	2300	45	0,85	190
Instrument Air Compressor	2300	85	0,86	370
Boiler Feed Waterpump	2300	96	0,91	440
Forced Draft Fan	2300	143	0,86	650
Ammonia Transfer Pump	2300	40	0,87	190
Ammonia Transfer Pump	2300	40	0,87	190
Ammonia Loading Pump	2300	41	0,87	190
Ammonia Loading Pump	2300	41	0,87	190
Package Refrigerant Unit2	2300	46	0,87	190
Total				6.010

Berikut merupakan Gambar.2 yang merupakan grafik dari data hasil pengamatan Unit Utilitas 2300 Volt PT. Pupuk Iskandar Muda.



Gbr 2. Grafik data Hasil Pengamatan Unit Utilitas 2300 Volt

Berdasarkan Gambar 2. dapat dilihat bahwa masing-masing alat pada unit utilitas 2300 Volt memiliki nilai daya input, cos ϕ , arus, dan tegangan yang bervariasi. Oleh karena itu, kita perlu mengolah data untuk mendapatkan nilai dari daya output dan efisiensi untuk masing-masing alat.

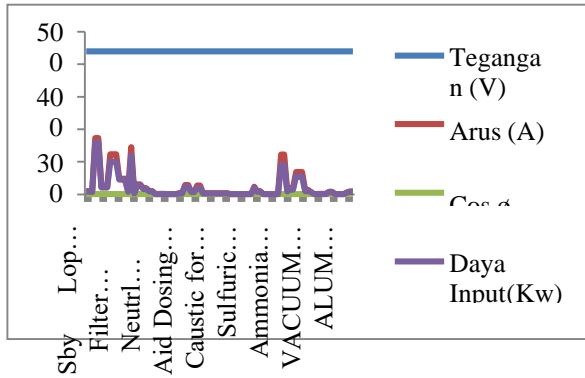
TABEL III
Data hasil pengamatan Unit Utilitas 440 Volt

Nama Alat	Tegangan (V)	Arus (A)	Cos ϕ	Data Input (KW)
Sby Lop For 63-GA2001 A-T	440	9,8	0,82	8
Sby Lop For 63-GA2001 A-T	440	9,8	0,82	8
Aux Lo Pump For 63-GB400	440	7,5	0,85	7
Clarified Water Pump	440	173	0,91	160
Clarified Water Pump	440	173	0,91	160
Slurry Effluent Pump	440	23,5	0,9	21
Slurry Effluent Pump	440	23,5	0,9	21
Slurry Effluent Pump	440	23,5	0,9	21
Filter Water Pump	440	123	0,87	100

Nama Alat	Tegangan (V)	Arus (A)	Cos ϕ	Data Input (KW)
Filter Water Pump	440	123	0,87	100
Filter Water Pump	440	123	0,87	100
Degasifier Water Pump	440	48	0,87	45
Degasifier Water Pump	440	48	0,87	45
Degasifier Water Pump	440	48	0,87	45
Caustic Circul Pump	440	10,1	0,85	8
Demineralized Water Pump	440	145	0,89	120
Sulf Acid Unloading Pump	440	3,5	0,85	3
Regeneration Pump	440	31	0,87	27
Regeneration Pump	440	31	0,87	27
Neutrl Waste Water	440	19,5	0,85	16
Neutrl Waste Water	440	19,5	0,85	16
Sulfuric Acid Transfer Pump	440	10,4	0,89	9
Sulfuric Acid Transfer Pump	440	10,4	0,89	9
Post Filter Caustic Dosing Pump	440	1,1	0,71	0,7
Post Filter Caustic Dosing Pump	440	1,1	0,71	0,7
Alum Dosing Pump	440	1,65	0,81	1,2
Alum Dosing Pump	440	1,65	0,81	1,2
Clarifier Caustic Dosting Pump	440	1,1	0,71	0,7
Clarifier Caustic Dosting Pump	440	1,1	0,71	0,7
Aid Dosing Pump	440	1,1	0,71	0,7
Aid Dosing Pump	440	1,1	0,71	0,7
Caustic Transfer Pump	440	4,06	0,86	3,2
Caustic Transfer Pump	440	4,06	0,86	3,2
Recovery Pump	440	29	0,92	25
Recovery Pump	440	29	0,92	25
Back Wash Water Recovery P	440	7,4	0,85	7
Back Wash Water Recovery P	440	7,4	0,85	7
Filter Water Back Wash Pump	440	27,2	0,84	20
Filter Water Back Wash Pump	440	27,2	0,84	20
Caustic for AE Injection Pump	440	3,3	0,86	3
Caustic for AE Injection Pump	440	3,3	0,86	3
Caustic for MB Injection Pump	440	3,3	0,8	2,5
Caustic for MB Injection Pump	440	3,3	0,8	2,5
Sulf Acid for CE Injection P	440	3,3	0,8	2,5
Sulf Acid for CE Injection P	440	3,3	0,8	2,5
Sulf Acid for MB Injection P	440	3,3	0,8	2,5
Sulf Acid for MB Injection P	440	3,3	0,8	2,5
Inhibitor Injection Pump	440	3,3	0,8	2,5
Inhibitor Injection Pump	440	1,2	0,72	0,8
Inhibitor Injection Pump	440	1,2	0,72	0,8

Nama Alat	Tegangan (V)	Arus (A)	Cos ϕ	Data Input (KW)
Sulfuric Acid Injection Pump	440	1,2	0,72	0,8
Sulfuric Acid Injection Pump	440	1,2	0,72	0,8
Sulfuric Acid Injection Pump	440	1,2	0,72	0,8
Dispersant Injection Pump	440	1,2	0,72	0,8
Dispersant Injection Pump	440	1,2	0,72	0,8
Steam Conden Return P/C -EA200	440	1,2	0,72	0,8
Sby Lop For 63-GA2101 A-T	440	24	0,86	20
Sby Lop For 63-GA2101 A-T	440	9,7	0,81	8
Phospate Dosing Pump	440	9,7	0,81	8
Phospate Dosing Pump	440	1,2	0,65	0,7
Ammonia Dosing Pump	440	1,2	0,65	0,7
Ammonia Dosing Pump	440	1,2	0,65	0,7
Oxygen Scavenger Pump	440	1,2	0,65	0,7
Oxygen Scavenger Pump	440	1,2	0,65	0,7
Waste Water Effluent Pump	440	1,2	0,65	0,7
Waste Water Effluent Pump	440	122	0,87	91
Lab Waste Chemical Pump	440	122	0,87	91
Mixing Blower	440	9,3	0,8	9
Mixing Blower	440	20	0,8	15
Vacuum Pump	440	20	0,79	15
Vacuum Pump	440	69	0,85	55
Vacuum Pump	440	69	0,85	55
Filter Air Scour Blower	440	69	0,87	55
Filter Air Scour Blower	440	13,4	0,87	10
Fan For 63-GB5001	440	13,4	0,87	10
Fan For 63-GB5001	440	6,6	0,88	7
Floculators	440	1,26	0,86	1
Floculators	440	1,26	0,86	1
Travelling Bridge and Scapper	440	1,6	0,82	1,2
Alum Tank Agitator	440	1,65	0,82	1,2
Alum Tank Agitator	440	1,65	0,81	1,2
Aid Tank Agitator	440	8,4	0,85	7
Aid Tank Agitator	440	8,4	0,85	7
Aid Welting Cone	440	1	0,58	0,7
Agitator For C-FA2001	440	1,1	0,67	0,7
Agitator For C-FA2002	440	1,1	0,67	0,7
Agitator/Phospate Solut Tan	440	1,1	0,67	0,7
Amm Store Waste Wtr Motor	440	6,6	0,87	6
LO Pump for GC2001	440	9	0,87	7
LO Pump for GC2002	440	9	0,87	7
Total				1667,7

Gambar 3. yang merupakan grafik dari data hasil pengamatan Uni Utilitas 440 Volt PT. Pupuk Iskandar Muda.



Gbr 3. Grafik data Hasil Pengamatan Unit Utilitas 440 Volt

Berdasarkan Gambar 3. dapat dilihat bahwa masing-masing alat pada unit utilitas 440 Volt memiliki nilai daya *input*, $\cos \phi$, arus, dan tegangan yang bervariasi. Oleh karena itu, kita perlu mengolah data untuk mendapatkan nilai dari daya *output* dan efisiensi untuk masing-masing alat.

B. Hasil Pengamatan Unit Utilitas 2300 V

Berdasarkan analisis data pada PT. Pupuk Iskadar Muda untuk Efisiensi Energi Listrik Tenaga Gas untuk pengamatan unit utilitas 2300 V didapatkan yaitu sebagai berikut :

1. Perhitungan daya dan efisiensi pada mesin *Circulatfor utility*

$$P_{out} = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$$

$$P_{out} = \sqrt{3} \times 2300 \times 400 \times 0,86$$

$$P_{out} = 1370,4 \times 103 \text{ W}$$

$$P_{out} = 1370,4 \text{ KW}$$

$$\eta = P_{out}/P_{in} \times 100\%$$

$$\eta = (1370,4)/1700 \times 100\%$$

$$\eta = 80,61 \%$$

Circulat for utility didapat $P_{out} = 1370,4 \text{ KW}$ dan efisiensi sebesar 80,61 %,

2. Perhitungan daya dan efisiensi pada mesin *Cooling Fan*

$$P_{out} = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$$

$$P_{out} = \sqrt{3} \times 2300 \times 45 \times 0,85$$

$$P_{out} = 152,38 \times 103 \text{ W}$$

$$P_{out} = 152,38 \text{ KW}$$

$$\eta = P_{out}/P_{in} \times 100\%$$

$$\eta = (152,38)/190 \times 100\%$$

$$\eta = 80,2 \%$$

Cooling Fan didapat $P_{out} = 152,38 \text{ KW}$ dan efisiensi sebesar 80,2 %

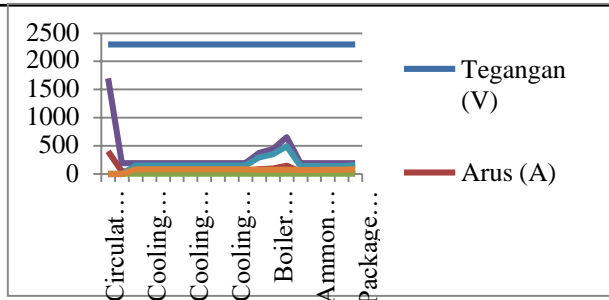
Statistik daya keluar dan efisiensi beberapa motor di Unit Utilitas 2300 V dapat ditentukan dengan menggunakan beberapa perhitungan yang serupa dengan yang dijelaskan sebelumnya, seperti yang tertera

pada Tabel 4.

TABEL IV
Hasil data efisiensi Unit Utilitas 2300 Volt

Nama Alat	Tegangan (V)	Arus (A)	Cos φ	Data Input (KW)	Data Output (KW)	Efisiensi (%)
Circulat for Utility	2300	400	0,86	1700	1370,40	80,61
Cooling Fan	2300	45	0,85	190	152,38	80,20
Cooling Fan	2300	45	0,85	190	152,38	80,20
Cooling Fan	2300	45	0,85	190	152,38	80,20
Cooling Fan	2300	45	0,85	190	152,38	80,20
Cooling Fan	2300	45	0,85	190	152,38	80,20
Cooling Fan	2300	45	0,85	190	152,38	80,20
Cooling Fan	2300	45	0,85	190	152,38	80,20
Cooling Fan	2300	45	0,85	190	152,38	80,20
Cooling Fan	2300	45	0,85	190	152,38	80,20
Instrument Air Compressor	2300	85	0,86	370	291,21	78,71
Boiler Feed Waterpump	2300	96	0,91	440	348,02	79,09
Forced Draft Fan	2300	143	0,86	650	489,92	75,37
Ammonia Transfer Pump	2300	40	0,87	190	138,63	72,96
Ammonia Transfer Pump	2300	40	0,87	190	138,63	72,96
Ammonia Loading Pump	2300	41	0,87	190	142,10	74,79
Ammonia Loading Pump	2300	41	0,87	190	142,10	74,79
Package Refrigerant Unit2	2300	46	0,87	190	159,43	83,91
Tota l				6010	4744,21	78,69

Gambar 4. merupakan hasil analisa daya *output* dan efisiensi dari keseluruhan alat pada unit utilitas 2300 V PT. Pupuk Iskandar Muda.



Gbr 4. Hasil analisa daya *output* dan efisiensi pada Unit Utilitas 2300 V PT. Pupuk Iskandar Muda.

Berdasarkan Gambar 4., dapat dilihat bahwa Unit Utilitas 2300 V PT. Pupuk Iskandar Muda memiliki daya *output* total untuk keseluruhan alat sebesar 4744,21 KW dengan rata-rata efisiensi untuk keseluruhan alat sebesar 78,69 %. Hal ini tentunya motor memiliki efisiensi yang kurang dari 80%.

C. Hasil Pengamatan Unit Utilitas 440 V

Selain Unit Utilitas 2300 V, PT. Pupuk Iskandar Muda juga memiliki unit utilitas 440 V. Berdasarkan analisis data pada PT. Pupuk Iskandar Muda untuk Efisiensi Energi Listrik Tenaga Gas untuk pengamatan unit utilitas 440 V didapatkan yaitu sebagai berikut :

1. Perhitungan daya dan efisiensi pada mesin *Sby Lop For 63-GA2001*

$$P_{out} = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \theta$$

$$P_{out} = \sqrt{3} \times 440 \times 9,8 \times 0,82$$

$$P_{out} = 6,12 \times 10^3 \text{ W}$$

$$P_{out} = 6,12 \text{ KW}$$

$$\eta = P_{out}/P_{in} \times 100\%$$

$$\eta = (6,12 / 8) \times 100\%$$

$$\eta = 76,55 \%$$

Sby Lop For 63-GA2001 didapat $P_{out} = 6,12 \text{ KW}$ dan efisiensi sebesar 76,55 %.

2. Perhitungan daya dan efisiensi pada mesin *Aux Lo Pump For 63-GB400*

$$P_{out} = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \theta$$

$$P_{out} = \sqrt{3} \times 440 \times 7,5 \times 0,85$$

$$P_{out} = 4,86 \times 10^3 \text{ W}$$

$$P_{out} = 4,86 \text{ KW}$$

$$\eta = P_{out}/P_{in} \times 100\%$$

$$\eta = (4,86 / 7) \times 100\%$$

$$\eta = 69,41\%$$

Aux Lo Pump For 63-GB400 didapat $P_{out} = 4,86 \text{ KW}$ dan efisiensi sebesar 69,41 %.

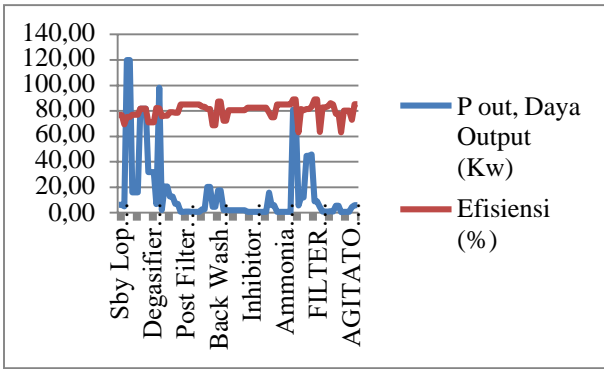
Statistik daya keluar dan efisiensi beberapa motor di Unit Utilitas 440 V dapat ditentukan dengan menggunakan beberapa perhitungan yang serupa dengan yang dijelaskan sebelumnya, seperti yang tertera pada Tabel 5.

TABEL V
Hasil data efisiensi Unit Utilitas 440 Volt

Nama Alat	Tegangan (V)	Arus (A)	cos θ	Data Input (KW)	Data Output (KW)	Efisiensi (%)
Sby Lop For 63-GA2001 A-T	440	9,8	0,82	8	6,12	76,55
Sby Lop For 63-GA2001 A-T	440	9,8	0,82	8	6,12	76,55
Aux Lo Pump For 63-GB400	440	7,5	0,85	7	4,86	69,41
Clarified Water Pump	440	173	0,91	160	119,98	74,99
Clarified Water Pump	440	173	0,91	160	119,98	74,99
Slurry Effluent Pump	440	23,5	0,9	21	16,12	76,75
Slurry Effluent Pump	440	23,5	0,9	21	16,12	76,75
Slurry Effluent Pump	440	23,5	0,9	21	16,12	76,75
Filter Water Pump	440	123	0,87	100	81,55	81,55
Filter Water Pump	440	123	0,87	100	81,55	81,55
Filter Water Pump	440	123	0,87	100	81,55	81,55
Degasifier Water Pump	440	48	0,87	45	31,83	70,72
Degasifier Water Pump	440	48	0,87	45	31,83	70,72
Degasifier Water Pump	440	48	0,87	45	31,83	70,72
Caustic Circul Pump	440	10,1	0,85	8	6,54	81,78
Demineralized Water Pump	440	145	0,89	120	98,35	81,96
Sulf Acid Unloading Pump	440	3,5	0,85	3	2,27	75,58
Regeneration Pump	440	31	0,87	27	20,55	76,13
Regeneration Pump	440	31	0,87	27	20,55	76,13
Neutrl Waste Water	440	19,5	0,85	16	12,63	78,95
Neutrl Waste Water	440	19,5	0,85	16	12,63	78,95
Sulfuric Acid Transfer Pump	440	10,4	0,89	9	7,05	78,38
Sulfuric Acid Transfer Pump	440	10,4	0,89	9	7,05	78,38
Post Filter Caustic Dosing Pump	440	1,1	0,71	0,7	0,60	85,03
Post Filter Caustic Dosing Pump	440	1,1	0,71	0,7	0,60	85,03
Alum Dosing Pump	440	1,65	0,81	1,2	1,02	84,88
Alum Dosing Pump	440	1,65	0,81	1,2	1,02	84,88
Clarifier Caustic Dosing Pump	440	1,1	0,71	0,7	0,60	85,03
Clarifier Caustic Dosing Pump	440	1,1	0,71	0,7	0,60	85,03
Aid Dosing Pump	440	1,1	0,71	0,7	0,60	85,03

Nama Alat	Tegangan (V)	Arus (A)	Cost	Data Input (KW)	Data Output (KW)	Efisiensi (%)
Aid Dosing Pump	440	1,1	0,71	0,7	0,60	85,03
Caustic Transfer Pump	440	4,06	0,86	3,2	2,66	83,15
Caustic Transfer Pump	440	4,06	0,86	3,2	2,66	83,15
Recovery Pump	440	29	0,92	25	20,33	81,33
Recovery Pump	440	29	0,92	25	20,33	81,33
Back Wash Water Recovery P	440	7,4	0,85	7	4,79	68,48
Back Wash Water Recovery P	440	7,4	0,85	7	4,79	68,48
Filter Water Back Wash Pump	440	27,2	0,84	20	17,41	87,06
Filter Water Back Wash Pump	440	27,2	0,84	20	17,41	87,06
Caustic for AE Injection Pump	440	3,3	0,86	3	2,16	72,09
Caustic for AE Injection Pump	440	3,3	0,86	3	2,16	72,09
Caustic for MB Injection Pump	440	3,3	0,8	2,5	2,01	80,48
Caustic for MB Injection Pump	440	3,3	0,8	2,5	2,01	80,48
Sulf Acid for CE Injection P	440	3,3	0,8	2,5	2,01	80,48
Sulf Acid for CE Injection P	440	3,3	0,8	2,5	2,01	80,48
Sulf Acid for MB Injection P	440	3,3	0,8	2,5	2,01	80,48
Sulf Acid for MB Injection P	440	3,3	0,8	2,5	2,01	80,48
Inhibitor Injection Pump	440	3,3	0,8	2,5	2,01	80,48
Inhibitor Injection Pump	440	1,2	0,72	0,8	0,66	82,31
Inhibitor Injection Pump	440	1,2	0,72	0,8	0,66	82,31
Sulfuric Acid Injection Pump	440	1,2	0,72	0,8	0,66	82,31
Sulfuric Acid Injection Pump	440	1,2	0,72	0,8	0,66	82,31
Sulfuric Acid Injection Pump	440	1,2	0,72	0,8	0,66	82,31
Dispersant Injection Pump	440	1,2	0,72	0,8	0,66	82,31
Dispersant Injection Pump	440	1,2	0,72	0,8	0,66	82,31
Steam Condens Return P/C - EA200	440	1,2	0,72	0,8	0,66	82,31
Sby Lop For 63-GA2101 A-T	440	24	0,86	20	15,73	78,65
Sby Lop For 63-GA2101 A-T	440	9,7	0,81	8	5,99	74,85
Phospate Dosing Pump	440	9,7	0,81	8	5,99	74,85
Phospate Dosing Pump	440	1,2	0,65	0,7	0,59	84,92
Ammonia Dosing Pump	440	1,2	0,65	0,7	0,59	84,92
Ammonia Dosing Pump	440	1,2	0,65	0,7	0,59	84,92
Oxygen Scavenger	440	1,2	0,65	0,7	0,59	84,92

Nama Alat	Tegangan (V)	Arus (A)	Cost	Data Input (KW)	Data Output (KW)	Efisiensi (%)
Pump						
Oxygen Scavenger Pump	440	1,2	0,65	0,7	0,59	84,92
Waste Water Effluent Pump	440	1,2	0,65	0,7	0,59	84,92
Waste Water Effluent Pump	440	122	0,87	91	80,89	88,89
Lab Waste Chemical Pump	440	122	0,87	91	80,89	88,89
Mixing Blower	440	9,3	0,8	9	5,67	63,00
Mixing Blower	440	20	0,8	15	12,19	81,29
Vacuum Pump	440	20	0,79	15	12,04	80,27
Vacuum Pump	440	69	0,85	55	44,70	81,27
Vacuum Pump	440	69	0,85	55	44,70	81,27
Filter Air Scour Blower	440	69	0,87	55	45,75	83,18
Filter Air Scour Blower	440	13,4	0,87	10	8,88	88,85
Fan For 63-GB5001	440	13,4	0,87	10	8,88	88,85
Fan For 63-GB5001	440	6,6	0,88	7	4,43	63,23
Floculators	440	1,26	0,86	1	0,83	82,58
Floculators	440	1,26	0,86	1	0,83	82,58
Travelling Bridge and Scapper	440	1,6	0,82	1,2	1,00	83,32
Alum Tank Agitator	440	1,65	0,82	1,2	1,03	85,93
Alum Tank Agitator	440	1,65	0,81	1,2	1,02	84,88
Aid Tank Agitator	440	8,4	0,85	7	5,44	77,73
Aid Tank Agitator	440	8,4	0,85	7	5,44	77,73
Aid Welting Cone	440	1	0,58	0,7	0,44	63,15
Agitator For C-FA2001	440	1,1	0,67	0,7	0,56	80,24
Agitator For C-FA2002	440	1,1	0,67	0,7	0,56	80,24
Agitator/Phospate Solut Tan	440	1,1	0,67	0,7	0,56	80,24
Amm Store Waste Wtr Motor	440	6,6	0,87	6	4,38	72,93
LO Pump for GC2001	440	9	0,87	7	5,97	85,25
LO Pump for GC2002	440	9	0,87	7	5,97	85,25
Total				1667,7	1350,88	80,01



Gbr 6. Hasil analisa daya *output* dan efisiensi pada Unit Utilitas 440 V PT. Pupuk Iskandar Muda.

Berdasarkan Gambar 6. Unit Utilitas 440 V PT. Pupuk Iskandar Muda memiliki daya *output* total untuk keseluruhan alat sebesar 1350,88 KW dengan rata-rata efisiensi untuk keseluruhan alat sebesar 80,01 %. Berbeda dengan Unit Utilitas 2300 V, unit utilitas ini memiliki efisiensi yang lebih tinggi dan lebih umum untuk generator pabrik yang efisien. Untuk meningkatkan performa dari unit utilitas 440 V, diperlukan rekomendasi yang sama seperti halnya rekomendasi pada unit utilitas 2300 V.

D. Efisiensi Kebutuhan Energi Listrik

Berdasarkan analisis data pada PT. Pupuk Iskandar Muda untuk efisiensi listrik tenaga gas untuk mendapatkan efisiensi nit utilitas 2300 volt seperti tersimpulkan di dalam Tabel 4.3. Maka, pada unit utilitas 2300 di PT. Pupuk Iskandar Muda total daya *output* nya 4749,21 KW dengan rata-rata efisiensi sebesar 78,69 %. Dengan demikian, dalam hal ini efisiensi energi listrik pada unit utilitas 2300 V dibawah nilai standar 80% yaitu sebesar 78,69 %.

Selain itu, berdasarkan analisis data pada PT. Pupuk Iskandar Muda untuk efisiensi listrik tenaga gas untuk mendapatkan efisiensi nit utilitas 440 volt seperti tersimpulkan di dalam Tabel 4.4. Maka, pada unit utilitas 440 di PT. Pupuk Iskandar Muda total daya *output* nya 1367,21 KW dengan rata-rata efisiensi sebesar 80,01 %. Dengan demikian, dalam hal ini efisiensi energi listrik pada unit utilitas 440 V diatas nilai standar 80% yaitu sebesar 80,01 %. Hal ini berarti unit utilitas 440 V bekerja dengan baik.

Tabel 6. menunjukkan total penggunaan listrik untuk semua unit produksi berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan yang telah dijelaskan sebelumnya.

TABEL VI

Total Konsumsi Listrik.

No	Unit Produksi	Kebutuhan Energi Listrik (KW)	Persentase (%)
1	Unit Utilitas 2300 V	4744,21	77,62
2	Unit Utilitas 440 V	1367,21	22,38
Total		6111,44	100

Berdasarkan data tabel 6, unit Utilitas 2300 V mengonsumsi daya terbesar, dengan nilai 4744,21 KW dengan persentase penggunaan listrik untuk unit utilitas sebesar 77,62 %. Unit Utilitas 440 V memiliki efisiensi penggunaan peralatan tertinggi, dengan nilai 80,01% dengan persentase penggunaan listrik untuk unit utilitas sebesar 22,33. Nilai efisiensi keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 7

TABEL VII
Efisiensi tiap unit utilitas

No	Unit Produksi	Efisiensi (%)
1	Unit Utilitas 2300 V	78,69
2	Unit Utilitas 440 V	80,01

Maka penggunaan energi listrik secara keseluruhan untuk proses produksi di unit utilitas PT. Pupuk Iskandar Muda adalah sebesar 6111,44 KW. Jika dibandingkan dengan daya yang dibangkitkan oleh sisi pembangkit untuk unit utilitas yaitu 7728,5 KW (didapat dari total daya *input* unit utilitas 2300 V + total daya *input* unit utilitas 440 V) . Maka,

$$\begin{aligned} \% \text{ Penggunaan Energi Listrik Unit Utilitas} &= \frac{6111,44 \text{ KW}}{7.728,5 \text{ KW}} \\ &= 79,07 \% \end{aligned}$$

Jadi, dapat disimpulkan bahwa persentase penggunaan energi listrik unit utilitas PT. Pupuk Iskandar Muda sebesar 79,07 % dari total keseluruhan penggunaan listrik di unit utilitas PT. Pupuk Iskandar Muda.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa kesimpulan penting dapat ditarik sebagai berikut. Pertama, penggunaan energi listrik secara keseluruhan untuk proses pada unit utilitas di PT. Pupuk Iskandar Muda mencapai 6111,4 KW, yang kemudian dapat dibandingkan dengan daya yang dihasilkan oleh sisi pembangkit untuk unit utilitas, yakni sebesar 7728,5 KW. Kedua, efisiensi penggunaan energi listrik pada proses produksi pupuk di PT. Pupuk Iskandar Muda mencapai tingkat sebesar 79,07%. Dalam rangka meningkatkan efisiensi ini, disarankan untuk lebih memperhatikan beban kerja motor agar motor dapat beroperasi secara optimal. Ketiga, dalam analisis efisiensi berdasarkan tegangan unit utilitas, unit Utilitas 440 V memperlihatkan efisiensi tertinggi dengan nilai mencapai 80,01%. Sementara itu, unit Utilitas 2300 V memiliki efisiensi terendah dengan nilai mencapai 78,69%. Dalam upaya meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik, diperkirakan bahwa peningkatan kapasitas produksi dapat menjadi salah satu solusi yang efektif. Selain itu, penggantian motor juga dapat berkontribusi signifikan dalam meningkatkan efisiensi, dengan potensi untuk meningkatkannya hingga kisaran 80-85%, yang akan mendukung penggunaan energi yang lebih efisien secara keseluruhan.

REFERENSI

- [1] Adikumuro, B. Novirani, D. dan Fitria, L. 2018. **Pengaruh Pembebanan Pembangkit Listrik Tenaga Gas Terhadap Efisiensi Biaya Pembangkitan Listrik** (Studi Kasus di PT. Indonesia Power UBP Bali Unit Pesanggaran). Jurnal Teknologi Listrik. 2(2): 1-9.
- [2] Abidin, Z., Priangkoso, T. dan Darmanto. 2013. **Pengujian Performance Motor Listrik Ac 3 Fasa Dengan Daya 3 Hp Menggunakan Pembebanan Generator Listrik**. Jurnal Teknik Mesin Universitas Semarang. 9(1): 30-34.
- [3] Afandi, A.N. 2019. **Pola Pengajaran Motor Listrik Berbasis Evaluasi Industri**. Jurnal Universitas Negeri Malang 1(1): 1-88.
- [4] Agustianingsih, W.N., Kurniawan, F. dan Setiawan, P. 2021. **Analisis Ketepatan Pengukur Daya dan Faktor Daya Listrik Berbasis Arduino Uno R3 328 P**. AVITEC. 3(1): 15-28
- [5] Azizah, dan Ronim. 1999. **Buku Pegangan Kuliah Utilitas**. Universitas Muhammadiyah Surakarta :Surakarta.
- [6] Farhan, M., Hidayar, R. dan Saragihm Y. 2021. **Pengaruh Pembebanan Terhadap Arus Eksitasi Generator Unit 2 PLTMH Curug**. Jurnal Simetrik. 11(1): 1-6.
- [7] Fitzgerald, C.K. dan Umans, S.D. 2003. **Electrical Machinery**. Mc Graw Hill Companies : New York.